Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 15, No. 1, Apr. May. 2019, p.223- 233

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 15، شماره1، فروردین -اردیبهشت 1398 ص.233-223

## کوتاه پژوهشی

# مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره پوست کیوی (*Actinidia deliciosa* L.) استخراج شده به دو روش حمام و پروب فراصوت

مهسا علیخانی فرادنبه[1]- رضا اسماعیل‌زاده کناری[2*]- مریم قادری قهفرخی[3]

تاریخ دریافت: 1396/09/22
تاریخ پذیرش: 1397/08/10

## چکیده

گیاهان منبع غنی از ترکیبات فنولی هستندکه مهمترین آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به‌شمار می‌آیند. آنتی‌اکسیدان‌ها از عوامل اصلی خنثی کننده رادیکال‌های آزاد می‌باشند، که از شیوع بیماری‌های مزمن و تخریب بسیاری از مواد غـذایی جلـوگیری مـی‌کننـد. ایـن ترکیبات از پوست کیوی نیز قابل استخراج هستند. پس از تهیه پودر پوست کیوی، عصاره‌ها به دو روش پروب و حمام فراصوت استخراج شدند. ابتدا میزان فنول و فلاونوئید کل عصاره‌ها اندازه‌گیـری و بعد برای ارزیابی خـواص آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های استخراج شده از دو روش دی فنیل پیکریل‌هیدرازیل (DPPH) و قدرت احیاکنندگی (FRAP) استفاده و با غلظت 0/1 میلی‌گرم در میلی‌لیتر آنتی‌اکسیدان مصنوعی TBHQ مقایسه شد. نتایج نشان داد که میزان فنول و فلاونوئید کل در عصاره استخراج UPAE-KP بیشتر از UBAE-KP است. نتایج آزمون به دام‌اندازی رادیکال‌های آزاد DPPH نشان داد که غلظت مهار 50% UPAE-KP و UBAE-KP به‌ترتیب دارای مقادیر 0/2±0/067 و 0/28±0/035 میلی‌گرم در میلی‌لیتر است. همچنین در قدرت احیاکنندگی، میزان جذب برای UPAE-KP بیشتر از UBAE-KP بود. عصاره‌های پوست کیوی استخراج شده با هر دو روش فراصوت، فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل قبـولی را نشان دادند، با این تفاوت که UPAE-KP نسبت به UBAE-KP فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری را داشت. بنابراین، عصاره پوست کیوی می‌تواند به‌عنوان منبع مفیدی برای تأمین آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی باشد.

**واژه‌های کلیدی:** فراصوت، پوست کیوی، ترکیبات فنولی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی.

## مقدمه

معمولا قسمت‌هایی از گیاه مانند (بذر، پوست، ساقه، برگ و ...) دور انداخته می‌شوند که در حال حاضر به یک مشکل جدی در صنایع غذایی و کشاورزی تبدیل شده است (Ghasemi *et al*., 2009). در دهه‌های اخیر علاقه محققین به بررسی حضور ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در محصولات کشاورزی به‌ویژه میوه‌ها و سبزیجات به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. ویژگی‌های سلامتی بخش آنتی‌اکسیدان‌ها و نقش آن‌ها در پیشگیری از بیماری‌ها دلایل عمده این افزایش بوده است. در واقع آنتی‌اکسیدان‌ها از فرایند اکسیداسیون که از عوامل بروز بیماری‌هایی همچون سرطان است پیشگیری کرده و از این جهت اثرات خود را بر سلامت انسان می‌گذارند (Shi *et al*., 2005). پوست میوه‌ها حاوی ترکیبات بسیار مفید هستندکه در مقایسه با دیگر بخش‌های میوه دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر می‌باشند (Lim Y *et al*., 2006). ترکیبات زیست‌فعال طبیعی در میوه‌ها مانند کاروتنوئیدها، مشتقات کوئرستین، اسیدهای فنولیک و ساپونین‌ها موجود است که در اصل غلظت این ترکیبات در پوست نسبت به گوشت بالاتر می‌باشد (Goulas *et al*., 2012, Fattouch *et al*., 2008, Wolfe *et al*., 2003). مطالعات اخیر میزان بالاتر ترکیبات

1 و 2- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
3- استادیار، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
(* - نویسنده مسئول: Email: reza_kenari@yahoo.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v15i1.69405

فنولی و اسید اسکوربیک در پوست نسبت به پالپ را در بسیاری از میوه‌ها تایید کردند (Jeong *et al.*, 2004). امروزه از روش‌های متفاوتی از جمله غرقابی، فراصوت، سیال فوق بحرانی، آب فوق بحرانی و میکروویو برای استخراج ترکیبات فنولی استفاده می‌شود. استخراج ترکیبات با هریک از این روش‌ها مستلزم کنترل پارامترهایی از جمله نوع حلال، دما، زمان، نسبت نمونه به حلال است (Oroian *et al.*, 2015, Burin *et al.*, 2014). در روش عصاره‌گیری با استفاده از امواج فراصوت، نفوذ حلال به بافت گیاهی به خوبی صورت می‌گیرد و در مقایسه با سایر روش‌ها، این روش از کارآیی و سرعت بالاتری برخوردار است. بنابراین تخریب سلولی کارآمد و انتقال جرم مؤثر، دو فاکتور اصلی هستند که باعث افزایش استخراج با فراصوت می‌شوند (Chen *et al.*, 2015). در این روش امواج با فرکانس بالاتر از 20 کیلوهرتز به داخل ماده نفوذ کرده، موجب خروج سریع مواد از داخل سلول‌ها به خارج از آن می‌شوند. به علاوه این امواج می‌توانند موجب تخریب دیواره سلول‌های زیستی و تسهیل خروج مواد گردند. سازوکار اصلی استخراج با امواج فراصوت به پدیده حفره‌زایی[1] مربوط می‌شود که طی آن حباب‌های بسیار ریزی در توده مایع تشکیل شده و به سرعت تا یک اندازه بحرانی رشد می‌کنند و سپس منفجر می‌گردند. انفجار این حباب‌ها اغلب با آزاد شدن مقدار زیادی انرژی همراه است که به شکل تنش برشی به محیط اطراف اعمال می‌شود. امواج صوتی می‌توانند دمای فرآیند را کاهش و اجازه استخراج ترکیبات ناپایدار حرارت را بدهند (Shotipruk *et al.*, 2001). سیستم‌های پروب و حمام دو روش رایج استفاده از امواج فراصوت هستند. در پروب فراصوت نمونه به‌طور مداوم در تماس با پروب قرار می‌گیرد و قابلیت تکرارپذیری کمی دارد. علاوه بر این، خطر آلودگی نمونه و تولید کف بیشتر است اما حمام فراصوت می‌تواند بر طیف وسیعی از نمونه‌ها به‌طور همزمان عمل کند و قابلیت تکرارپذیری بالایی دارد (Luque-Garcia *et al.*, 2003).

کیوی با نام علمی *Actinidia deliciosa*، میوه‌ای نیمه گرمسیری متعلق به خانواده *Actinidiaceae* است. این میوه سرشار از ویتامین C، E، مواد فنولی، فلاونوئیدی، رنگریزه‌های مختلف و آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشد (Duh. 1999, Tavarini *et al.*, 2008). ترکیبات زیست‌فعال موجود در پوست کیوی که باعث می‌شود تا از آن به‌عنوان یک منبع آنتی‌اکسیدان طبیعی استفاده شود شامل: کاتچین[2]، اپی‌کاتچین[3]، کلروژنیک اسید[4]، کافئیک اسید[5]، کوماریک اسید[6]، روتین[7] و کوئرستین[8] می‌باشد (Kim *et al.*, 2009). Iwasawa و همکاران (2011) بیان داشتند که میوه کیوی دارای اثر آنتی‌اکسیدانی قوی‌تری نسبت به پرتقال و گریپ فروت بوده است و این میوه بخاطر اثر آنتی‌اکسیدانی قوی، توسعه بیماری‌هایی را که به‌وسیله فشار اکسایشی ایجاد می‌شود را محدود کرده است. پژوهش‌های فراوانی در ارتباط با استخراج عصاره گیاهان مختلف از جمله میوه داغداغان (نصیری‌فر و همکاران، 1392)، چای سبز (آریان‌فر و همکاران، 1394)، زعفران (احمدی کوچک سرایی و همکاران، 1394 و روحانی و همکاران، 1394)، پوست سیب‌زمینی (محققی ثمرین، 1390)، رازیانه (قربانی و همکاران، 1396) و دانه‌های خار شیری (*Silybum marianum*) (Saleh *et al.*, 2015) با امواج فراصوت انجام شده است. اکثر پژوهش‌های انجام شده در ارتباط با استخراج عصاره‌های گیاهی با امواج فراصوت تحت شرایط متفاوت استخراج از جمله: زمان، حلال، دما و شدت صوت مختلف و در مقایسه با سایر روش‌های سنتی استخراج صورت گرفت و بررسی‌های مختلف نشان داد که تا کنون مطالعه‌ای در ارتباط با تأثیر دو روش حمام و پروب فراصوت تحت شرایط یکسان (دما، حلال، زمان و فرکانس) بر استخراج عصاره و مقایسه این دو روش انجام نشده است. هدف از این پژوهش، مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره پوست کیوی (KPE)[9] استخراج شده به دو روش حمام و پروب فراصوت تحت شرایط یکسان استخراج از نظر دما، حلال، زمان و فرکانس می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

کیوی رقم هایوارد از باغات شهرستان تنکابن خریداری شد. کیوی‌ها پس از خریداری شسته و پوست‌گیری شدند. سپس پوست کیوی‌ها به مدت یک هفته تا رسیدن به وزن ثابت در سایه (دمای 27-25 درجه سانتی‌گراد) خشک شدند (Middha *et al.*, 2013). پوست‌های خشک شده به‌وسیله آسیاب برقی (پارس خزر، ایران) پودر و از الک با مش 40 عبور داده شدند و سپس در بسته‌های نایلونی به‌منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت بسته‌بندی و تا زمان انجام آزمایش

1 Cavitation
2 Catechin
3 Epicatechin
4 Chlorogenic acid
5 Caffeic acid
6 Coumaric acid
7 Rutin
8 Quercetin
9 Kiwifruit Peel Extract

در فریزر در دمای 18- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Dahmoune *et al.*, 2015, Chirinos *et al.*, 2011). کلیه مواد شیمیایی مـورد اسـتفاده در ایـن تحقیق از شرکت‌های مرک و سیگما با بالاترین درجه خلوص تهیـه شدند.

### استخراج با حمام فراصوت

10 گرم نمونه (پودر پوست کیوی) با 100 میلی‌لیتر از اتانول: آب (80:20) در دمای (45 درجه سانتی‌گراد) و زمان (20 دقیقه) در حمام فراصوت (Elma Sonic S30H، آلمان) در فرکانس 20 KHz عصاره‌گیری انجام شد. سپس محلول‌ها با کاغذ واتمن شماره 1 صاف و حلال‌ها با آون تحت خلأ (VS-1202-V5، Vision scientific، کره جنوبی) در دمای کمتر از 40 درجه سانتی‌گراد تبخیر شدند. عصاره حاصله تا زمان آزمایش در دمای 18- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Esmaeilzadeh Kenari *et al.*, 2014).

### استخراج با پروب فراصوت

10 گرم نمونه با 100 میلی لیتر از اتانول: آب (80:20) در دمای (45 درجه سانتی‌گراد) و زمان (20 دقیقه) در فرکانس 20 KHz با قطر پروب 1 سانتی‌متر و دامنه نوسان 45 درصد در پروب فراصوت (VCX 250, Sonics & Materials, Inc، آمریکا) عصاره‌گیری انجام شد. سپس محلول‌ها با کاغذ واتمن شماره 1 صاف و حلال‌ها با آون تحت خلأ در دمای کمتر از 40 درجه سانتی‌گراد تبخیر شدند. عصاره حاصله تا زمان آزمایش در دمای 18- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Ince *et al.*, 2012).

### محاسبه راندمان استخراج

بعد از تبخیر حلال در آون تحت خلأ با محاسبه وزن اولیه پلیت و وزن نهایی آن که حاوی ماده خشک بر جای مانده است، مقدار کل ماده خشک استخراج شده محاسبه شد و به‌صورت درصد (میلی‌گرم بر گرم نمونه خشک) بیان گردید (Pratt *et al.*, 1964).

### اندازه‌گیری ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی کل

میزان ترکیبات فنولی کل در عصاره‌ها بر اساس روش فولین سیوکالچو اندازه‌گیری شد و مقدار کل ترکیبات فنولی بر مبنای میلی‌گرم اسید گالیک موجود در گرم نمونه خشک، گزارش گردید (Vajic *et al.*, 2015). مقدار ترکیبات فلاونوئیدی کل با استفاده از روش رنگ‌سنجی آلومینیوم کلرید اندازه‌گیری و بر حسب میلی‌گرم معادل کوئرستین در گرم نمونه خشک بیان گردید (Nabavi *et al.*, 2012).

### آزمون مهار رادیکال‌های آزاد (DPPH)[1]

این آزمون مطابق روش توضیح داده شده توسط اسماعیل‌زاده کناری و همکاران (2014) انجام شد. درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH با استفاده از رابطه ذیل محاسبه گردید:

$$\% I= (A\ blank - A\ sample/ A\ blank) \times 100 \qquad (1)$$

A blank جذب نوری بلانک را که فاقد عصاره می‌باشد و A sample میزان جذب نوری غلظت‌های مختلف عصاره را در طول موج 517 نانومتر بیان می‌کند.

### اندازه‌گیری قدرت احیاکنندگی (FRAP)

این آزمون مطابق روش اسماعیل‌زاده کناری و همکاران (2014) مورد ارزیابی قرار گرفت.

### تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

کلیه آزمایش‌ها در طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد و نتیجه به‌صورت میانگین با انحراف معیار گزارش شد. آنالیز آماری تیمارها توسط جدول آنالیز واریانس با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه 16 صورت گرفت. تفاوت معنی‌داری میانگین‌ها برای آزمون‌های راندمان استخراج، ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی کل بر اساس T-Test (مقایسه دوتایی) و سایر آزمون‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح 0/05 تعیین شد. نمودارها با نرم‌افزار Microsoft Excel ترسیم شدند. در این تحقیق برای رسم بهتر اشکال و نیز اختصار در بیان نتایج، عصاره پوست کیوی استخراج شده به روش پروب و حمام فراصوت به‌ترتیب با علایم اختصاری UPAE-KP[2] و UBAE-KP[3] نشان داده شده است.

## نتایج و بحث

### مقدار کل ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و راندمان استخراج عصاره‌ها

نتایج آنالیز آماری نشان داد که نوع روش مورد استفاده جهت استخراج تأثیر معنی‌داری ($P<0/05$) بر مقدار ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و همچنین راندمان استخراج عصاره‌ها دارد. جدول 1

1 2 2-Diphenyl-1-picrylhydrazhyl
2 Ultrasound Probe Assisted Extract of Kiwifruit Peel
3 Ultrasound Bath Assisted Extract of Kiwifruit Peel

مقایسه میانگین مقدار ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و راندمان استخراج عصاره‌های حاصل از دو روش استخراج فراصوت (پروب و حمام) را نشان می‌دهد. بیشترین مقدار ترکیبات فنولی در UPAE-KP حاصل گردید و با UBAE-KP از نظر وجود این ترکیبات اختلاف معنی‌داری (P<0/05) داشت.

**جدول 1- مقایسه میانگین مقادیر کل فنولی، فلاونوئیدی و بازده استخراج در UPAE-KP و UBAE-KP**

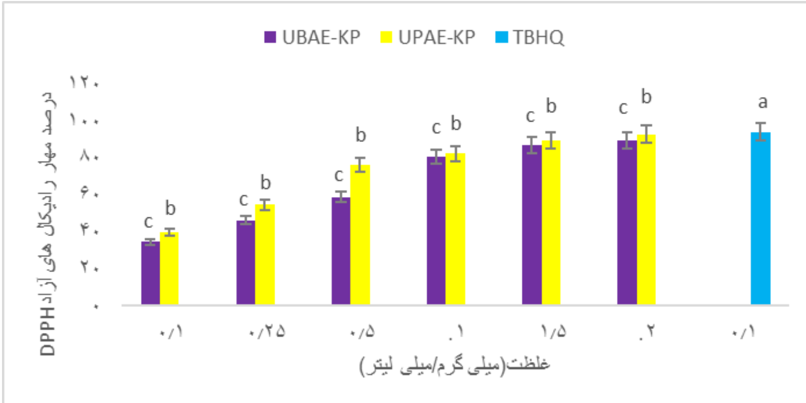
| نمونه | مقدار کل ترکیبات فنولی (mg GAE g-1 DW) | مقدار کل ترکیبات فلاونوئیدی (mg QUE g-1 DW) | راندمان استخراج (درصد وزنی/وزنی) |
|---|---|---|---|
| UPAE-KP | 320 ± 0/32[a] | 4/593 ± 0/5[a] | 25/92 ± 0/17[a] |
| UBAE-KP | 271 ± 0/17[b] | 4/437 ± 0/29[a] | 17/22 ± 0/41[b] |

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5٪ می‌باشد.

Hijin و همکاران (2013) در پژوهش خود راندمان استخراج عصاره اتانولی KPE را در روش استخراج سنتی با حلال، 7/9 درصد گزارش کردند. اسماعیل‌زاده کناری و همکاران (1396) در روش استخراج ماسراسیون با حلال متانول، Soquetta و همکاران (2016)، El Zawawy (2015) در روش استخراج ماسراسیون با حلال اتانول و Afsharnezhad و همکاران (2017) در روش استخراج سنتی با حلال (متانول 85%) به‌ترتیب مقدار ترکیبات فنولی پوست کیوی را 236/37، 1273/41، 78/60 و 5/89 میلی‌گرم اسید گالیک در گرم نمونه خشک بیان کردند که با نتایج این تحقیق متفاوت بودند، این تفاوت می‌تواند مربوط به دوره بلوغ، نوع رقم، شرایط آب و هوایی، نوع حلال مورد استفاده و روش استخراج باشد. همچنین El Zawawy (2015) و Afsharnezhad و همکاران (2017) مقدار فلاونوئید کل برای KPE را به‌ترتیب 0/06 و 4/13 میلی‌گرم کوئرستین در گرم خشک نمونه گزارش کردند. با توجه به نتایج، راندمان استخراج UPAE-KP نیز نسبت به UBAE-KP بیشتر بود. نوع روش به‌کار رفته برای استخراج و عصاره‌گیری، به بافت گیاهی مورد استفاده، نوع ماده جداشدنی و مقاومت ماده جداشده در دمای به‌کار رفته بستگی دارد و انتخاب یک روش مناسب می‌تواند از تخریب آنتی‌اکسیدان‌ها جلوگیری کند (Suhaj *et al.*, 2006). استخراج جامد- مایع با استفاده از فراصوت در شکل‌گیری به حباب‌های حفره‌زایی کمک کرده است، با فروپاشی این حباب‌ها در نزدیکی دیواره‌های سلول باعث افزایش نفوذپذیری حلال به داخل سلول‌های گیاهی و افزایش انتقال جرم و به دنبال آن افزایش بازدهی استخراج می‌گردد. این روند منجر به تشدید انتقال جرم و بهبود نفوذ حلال به بافت گیاه می‌شود. با این وجود شرایط استخراج (به‌عنوان مثال زمان، دما، حلال و نوع گیاه) تا حد زیادی در بهره‌وری استخراج از ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها در بافت گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Da Porto *et al.*, 2015). می‌توان علت اختلاف مشاهده شده در مقدار ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و همچنین راندمان استخراج KPE استخراج شده با دو روش (پروب و حمام) فراصوت در تحقیق حاضر را به این نسبت داد که، پروب فراصوت در استخراج ترکیبات فنولی به‌طور متوسط 100 برابر قدرتمندتر از حمام فراصوت عمل می‌کند. به دلیل قدرت بالاتر پروب نسبت به حمام، آسیب بیشتری به میتوکندری سلول‌های گیاه وارد می‌کند و باعث تراوش بیشتر مواد به خارج از سلول می‌شود (Bendicho *et al.*, 2000). بازده پایین‌تر حمام نسبت به پروب فراصوت را می‌توان به انتقال غیرمستقیم انرژی فراصوت به محیط استخراج نسبت داد.

### میزان توانایی مهار رادیکال¬های آزاد DPPH در عصاره¬های پوست کیوی

سنجش فعالیت مهار DPPH به‌طور گسترده‌ای برای ارزیابی توانایی ترکیبات در مهار رادیکال‌های آزاد و یا اهداء هیدروژن به آنها، و برای تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در غذاها استفاده می‌شود (Bidchol *et al.*, 2011). نتایج آنالیز آماری اثر غلظت‌های KPE را بر میزان درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH معنی‌دار نشان داد (P<0/05). (شکل 1).




**شکل 1-** درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH در UPAE-KP و UBAE-KP و مقایسه آن با آنتی‌اکسیدان مصنوعی TBHQ

در هر دو روش استخراج با افزایش غلظت، مهار رادیکال‌های آزاد DPPH هم افزایش یافته است. همچنین UPAE-KP فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر و در نتیجه درصد مهار رادیکال آزاد بیشتری از DPPH را نسبت به UBAE-KP نشان داد و غلظت 2 میلی‌گرم در میلی‌لیتر UPAE-KP بالاترین درصد مهارکنندگی (94/11 درصد) را در بین همه غلظت‌های عصاره‌ها در دو روش استخراج داشت. TBHQ با غلظت 0/1 میلی‌گرم در میلی‌لیتر (با درصد مهارکنندگی 88/04±0/5) فعالیت مهارکنندگی رادیکالی بهتری نسبت به عصاره‌های پوست کیوی در غلظت‌های پایین داشت (شکل 1). UPAE-KP در غلظت‌های 1/5 و 2 میلی‌گرم در میلی‌لیتر و UBAE-KP در غلظت 2 میلی‌گرم در میلی‌لیتر عملکرد بهتری در مهار رادیکال‌های آزاد نسبت به آنتی‌اکسیدان مصنوعی TBHQ نشان دادند. جدول 2 مقادیر IC50 عصاره‌ها را نشان می‌دهد. IC50 بیانگر غلظتی از عصاره است که برای مهار 50 درصد از رادیکال‌های DPPH مورد نیاز است. در بین عصاره‌ها، IC50 UPAE-KP 0/2±0/670 میلی‌گرم در میلی‌لیتر بود که دارای تفاوت معنی‌دار با UBAE-KP بود (P>0/05). لازم به ذکر است که شاخص IC50 نسبت معکوسی با فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس‌ها یا عصاره¬ها دارد (Molyneux, 2004).

**جدول 2- IC50 به دام‌اندازی رادیکال‌های آزاد DPPH (mg/ml)**

| نمونه | UBAE-KP | UPAE-KP |
|---|---|---|
| $IC_{50}$ (میلی گرم در میلی لیتر) | 0/3±0/035 [b] | 0/2± 0/067[a] |

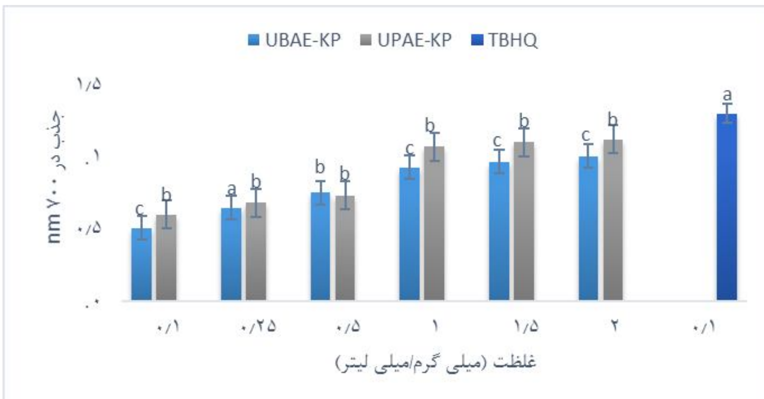
حروف غیرمشابه در هر سطر بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5% می‌باشد.

Melo و همکاران (2008) بیان کردند ظرفیت آنتی‌اکسیدانی می‌تواند قوی، متوسط و ضعیف در نظر گرفته شود وقتی که درصد مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد DPPH به‌ترتیب به مقدار بالاتر از 70%، 70-50% و کمتر از 50% باشد. بنابراین با توجه به درصد مهارکنندگی KPE در تحقیق حاضر (32 تا 96 درصد) می‌توان گفت که این عصاره دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی قوی می‌باشد. مقدار IC50 پایین‌تر نشان‌دهنده فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر است. به این ترتیب مقادیر بالاتر از 25 میلی‌گرم در میلی‌لیتر، دارای پتانسیل آنتی‌اکسیدانی کم هستند. Fiorentino و همکاران (2009) بیان کردند فعالیت آنتی‌اکسیدانی KPE نسبت به عصاره پالپ آن بیشتر می¬باشد و در پژوهش خود مقدار IC50 را برای عصاره پوست و پالپ کیوی به‌ترتیب 0/1 و 0/5 میلی‌گرم در میلی‌لیتر عنوان کردند. Bernardes و همکاران (2011)، Park و همکاران (2015) در روش استخراج ماسراسیون با حلال اتانول و El Zawawy (2015) در پژوهش‌های خود درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH برای KPE را به‌ترتیب 95/69، 92/90 و 53/50 درصد بیان کردند. در تحقیق Soquetta و همکاران (2016) درصد مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد DPPH KPE رقم مونتی بین 10/60 و 72/04 درصد متغییر بود. همچنین مقدار IC50 را، 6/69 میلی‌گرم در میلی‌لیتر بیان کردند و نشان دادند که KPE از پتانسیل آنتی‌اکسیدانی بالایی برخوردار است. این تفاوت‌ها را می‌توان به تخریب ترکیبات زیست‌فعال در طول استخراج عصاره با روش‌های مختلف بیان کرد (Ayala-Zavala *et al.*, 2004). همچنین این تفاوت را می‌توان به اختلاف در نوع رقم کیوی، شرایط آزمون و نوع حلال مورد استفاده نسبت داد. ارتباط مؤثر و معنی‌داری بین مقدار ترکیبات فنولی و فعالیت مهار رادیکال

آزاد DPPH وجود دارد. در نتیجه عصاره با مقدار ترکیبات فنولی بالاتر توانایی آنتی‌اکسیدانی بالاتری خواهد داشت. توانایی مهارکنندگی فنول‌ها به دلیل گروه‌های هیدروکسیل (-OH) و گروه‌های قابل تعویض متوکسی (-OCH3) در مولکول‌ها می‌باشد (Cai *et al.*, 2006). نتایج تحقیق حاضر با نتایج Young Kil و همکاران (2009)؛ Shukla و همکاران (2009)؛ Sun و همکاران (2011) همسو است. این محققان گزارش کردند که فعالیت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد DPPH عصاره‌های گیاهی به غلظت بستگی دارد و با افزایش غلظت اثر مهارکنندگی شدت می‌یابد.

**آزمون قدرت احیاکنندگی**

نتایج آنالیز آماری نشان داد که تأثیر غلظت بر قدرت احیاکنندگی عصاره‌ها و در نتیجه، فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها معنی‌دار است (P>0/05). افزایش در جذب مخلوط واکنش بیانگر قدرت بالای احیاکنندگی نمونه‌ها است. در این روش با افزایش غلظت عصاره‌ها قدرت احیاکنندگی عصاره‌ها و در نتیجه فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها افزایش یافت (شکل 2).




**شکل 2- میزان جذب یا قدرت احیاکنندگی عصاره‌های UPAE-KP و UBAE-KP و مقایسه آن با آنتی‌اکسیدان مصنوعی TBHQ**

در تمام غلظت‌ها به‌جز در غلظت 0/5 میلی‌گرم در میلی‌لیتر که عصاره‌ها بدون تفاوت معنی‌دار بودند (P>0/05)، UPAE-KP دارای قدرت احیاکنندگی بیشتری نسبت به UBAE-KP بود. TBHQ با غلظت 0/1 میلی‌گرم در میلی‌لیتر (با میزان جذب 1/304) قدرت احیاکنندگی بیشتری نسبت به عصاره‌های پوست کیوی در تمام غلظت‌ها به‌جز غلظت 2 میلی‌گرم در میلی‌لیتر UPAE-KP داشت (شکل 2). UPAE-KP در غلظت 2 میلی‌گرم در میلی‌لیتر جذب بالاتر از آنتی‌اکسیدان مصنوعی TBHQ داشت. جدول 3 مقادیر IC50 عصاره‌ها را نشان می‌دهد.

**جدول 3- IC50 آزمون قدرت احیاکنندگی (mg/ml)**

| نمونه | UBAE-KP | UPAE-KP |
|---|---|---|
| $IC_{50}$ (میلی گرم در میلی لیتر) | $0/15\pm 0/04^{b}$ | $0/09\pm 0/07^{a}$ |

حروف غیرمشابه در هر سطر بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5% می‌باشد

در روش قدرت احیاکنندگی، IC50 برابر با غلظتی است که در آن، عصاره جذب 0/5 را نشان دهد. UPAE-KP با IC50 کمتر (0/07 ±0/09) نسبت به UBAE-KP قدرت احیاکنندگی بیشتری را نشان داد. در این تحقیق با افزایش غلظت عصاره‌ها قدرت احیاکنندگی عصاره‌ها و در نتیجه فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها افزایش یافت (شکل 2). UPAE-KP دارای قدرت احیاکنندگی بیشتری نسبت به UBAE-KP بود. Soquetta و همکاران (2016) قدرت احیاکنندگی KPE در ارقام مختلف را بین 47/88 تا 413/84 میکرومول آهن در 100 گرم نمونه خشک بیان کردند. قدرت احیاکنندگی KPE در تحقیق Park و همکاران (2015) به‌طور متوسط 2033 میکرومول آهن در 100 گرم نمونه خشک به‌دست آمد. Afsharnezhad و همکاران (2017) قدرت احیاکنندگی KPE را 0/023 میلی‌مول سولفات آهن در گرم نمونه خشک بیان کردند. با افزایش غلظت عصاره‌ها به دلیل افزایش میزان ترکیبات فنولی موجود در عصاره، قدرت احیاکنندگی آن بیشتر می-شود. آنتی‌اکسیدان‌هایی با قدرت احیاکنندگی بالاتر، از توانایی بیشتری در پایان دادن به

واکنش‌های مخرب زنجیره‌ای برخوردارند ( Wanasundara and Shahidi, 2005). در بین ترکیبات فنولی، فلاونوئیدها ترکیبات آنتی‌اکسیدانی قوی‌تری محسوب می‌شوند. افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیل با قدرت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فلاونوئیدی رابطه مستقیم دارد (Koda *et al.*, 2008). نتایج اندازه‌گیری قدرت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد با نتایج اندازه‌گیری قدرت احیاکنندگی آهن نسبت مستقیم داشت و عصاره‌های با قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد بالاتر، دارای قدرت احیاکنندگی بیشتری بودند. که با نتایج Solomon و همکاران (2006) مطابقت داشت. Alothman و همکاران (2006) نیز وجود ارتباط مستقیم بین میزان ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی را تأیید کردند.

## نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج و با مقایسه دو روش و عصاره استخراج شده از آنها، روش پروب نسبت به حمام فراصوت عملکرد بهتری داشت، UPAE-KP نسبت به UBAE-KP دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری بود. در این مطالعه استخراج KPE با هر دو روش فراصوت از نظر راندمان و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عملکرد قابل قبولی داشت با این تفاوت که پروب نسبت به حمام فراصوت برتری داشت. همچنین KPE از نظر فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل رقابت با آنتی‌اکسیدان مصنوعی TBHQ بود. بنابراین با توجه به نتایج می‌توان از KPE به‌عنوان منبع مفیدی برای تأمین آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی استفاده و پروب را در مقایسه با حمام فراصوت، روش بهتری در استخراج ترکیبان فنولی KPE عنوان کرد.

## منابع


احمدیان کوچکسرایی، م و نیازمند، م. 1395. استخراج ترکیبات موثره گلبرگ زعفران به کمک امواج فراصوت و بهینه سازی شرایط استخراج آن. فصلنامه فناوری های نوین غذایی. 13: 135-121.

آریان فر، ا.، شهیدی، ف.، کدخدایی، ر. و وریدی، م. 1394. بررسی عوامل موثر بر استخراج پلی‌فنول‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی چای سبز. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران. 4: 295-285.

اسماعیل زاده کناری ر.، مهدی پور س ز. و رضوی ر. 1396. بررسی تغییرات اسیدهای چرب و خصوصیات آنتی اکسیدانی عصاره پوست کیوی (*Actinidia deliciosa*) در پایدارسازی روغن آفتابگردان طی شرایط حرارتی. علوم صنایع غذایی. 14: 125-135.

روحانی، ر.، عین افشار، س. و احمدزاده، ر. 1394. استخراج ترکیبات آنتوسیانینی و آنتی‌اکسیدانی پرچم گل زعفران به کمک فناوری امواج فراصوت. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران. 2: 170-161.

قربانی، م.، ابونجمی، م.، قربانی جاوید، م. و عرب حسینی، ا. 1396. تأثیر شرایط عصاره خواص گیری با امواج فراصوت بر عملکرد و آنتی‌اکسیدانی عصاره گیاه رازیانه (*Foeniculum vulg*). علوم و صنایع غذایی. 14: 73-63.

محققی ثمرین، ا.، پورآذرنگ، ه.، الهامی راد، ا. و دزاشیبی، ز. 1387. استخراج ترکیبات فنولیک پوست سیب زمینی راموس با دو روش فراصوت و پرکولاسیون و ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره آن در روغن سویا. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. 8: 91-81.

نصیری‌فر، ز.، صادقی ماهونک، ع. و کمالی، ف. 1392. تاثیر شرایط عصاره‌گیری به کمک فراصوت بر میزان استخراج ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی از میوه داغداغان (*Celtis australis*). نشریه فرآوری و نگه‌داری مواد غذایی. 2: 130-115.

Afsharnezhad, M., Shahangian, S.S., Panahi, E. and Sariri, R. 2017. Evaluation of the antioxidant activity of extracts from some fruit peels. *Caspian Journal Environ science*. 3: 213-222.

Alothman M., Bhat R. and Karim A.A. 2009. Antioxidant Capacity and Phenolic Content of Selected Tropical Fruits from Malaysia, Extracted with Different Solvents. *Food Chemistry*. 115: 785-788.

Ayala-Zavala J.F., Wang S.Y., Wang C.Y., and González-Aguilar G.A. 2004. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. LWT-*Food Science and Technology*. 37: 687–695.

Bendicho, C. and Lavilla, I. 2000. Ultrasound Extractions Universidad de Vigo. *Journal of Facultad de Ciencias* (QuO and mica). 1448-1454.

Bernardes N.R., Talma S.V., Sampaio S.H., Nunes C.R., de Almeida J.A.R. and de Oliveira D.B. 2011. Atividade antioxidante e fenois totais de frutas de Campos dos Goytacazes RJ. Biológicas and Saúde, 1: 53-59.

Bidchol, A.M., Wilfred, A., Abhijna, P. and Harish, R. 2011. Free radical scavenging activity of aqueous and ethanolic extract of Brassica oleracea L. var. italica. *Food and Bioprocess Technology*. 4: 1137-1143.

Burin, V.B., Ferreira, N.E., Panceri, C.P. and Bordignon-Luiz, M.T. 2014. Bioactive compounds and antioxidant activity of vitis vinifera and vitis labrusca prapes: Evaluation of different extraction methods. *Microchemical Journal*. 114:155-163.

Cai Y.Z., Sun M., Xing J., Luo Q. and Corke H. 2006. Structure-radical scavenging activity relationships of phenolic compounds from traditional Chinese medicinal plants. *Life Science*. 78: 2872-88.

Chen, M. and Zhao, Yu. sh. 2015. Optimisation of ultrasonic-assisted extraction of phenolic compounds, antioxidants, and anthocyanins from sugar beet molasses. *Food Chemistry*. 172:543-550.

Chirinos, R., Huaman, M., Betalleluz-Pallardel, I., Pedreschi, R. and Campos, D. 2011. Characterisation of phenolic compunds of Inca muna (*Clinopodium bolivianum*) leaves and the feasibility of their application to improve the oxidative stability of soybean oil during frying. *Food Chemistry*. 128:711-716.

Dahmoune, F., Nayak, B., Moussi, K., Remini, H. and Madani, K. 2015. Optimization of microwaveassisted extraction of polyphenols from Myrtus communis L. leaves. *Food Chemistry*. 166: 585-595.

Da Porto, C., Porretto, E. and Decorti, D. 2013. Comparison of ultrasound-assisted extraction with conventional extraction methods of oil and polyphenols from grape (*Vitis vinifera* L.) seeds. *Journal of Ultrasonics sonochemistry*. 20: 1076-1080.

Duh, P.D. 1999. Antioxidant activity of water extract of four Harng Jyur (*Chrysanthemum morifolium Ramat*) varieties in soybean oil emulsion. *Food Chemistry*. 66:471-476.

El Zawawy, N.A. 2015. Antioxidant, Antitumor, Antimicrobial Studies and Quantitative Phytochemical Estimation of Ethanolic Extracts of Selected Fruit Peels. *International Journal Current Microbioogyl Aplication Science*. 4: 298-309.

Esmaeilzadeh Kenari, R., Mohsenzadeh, F. and Raftani Amiri, Z. 2014. Antioxidant activity and total phenolic compound of Dezful sesame cake extracts obtained by classical and ultrasound assisted extraction methods. *Food Science and Nutration*. 2: 426–435.

Fattouch, S., Caboni, P., Coroneo, V., Tuberoso, C., Angioni, A., Dessi, S., Marzouki, N. and Cabras, P. 2008. Comparative analysis of polyphenolic profiles and antioxidant and antimicrobial activities of Tunisian pome fruit pulp and peel aqueous acetone extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56: 1084–1090.

Fiorentino A., Mastellone C., D'Abrosca B., Pacifico S., Scognamiglio M., Cefarelli G. and Monaco, P. 2009. D-Tocomonoenol: A new vitamin E from kiwi (*Actinidiachinensis*) fruits. *Food Chemistry*. 115: 187–192.

Ghasemi, K., Ghasemi, Y. and Ebrahimzadeh, M.A. 2009. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 citrus species peels and tissues. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*. 22: 277-281.

Goulas, V. and Manganaris, G., 2012. Exploring the phytochemical content and the antioxidant potential of Citrus fruits grown in Cyprus. *Food Chemistry*. 131: 39.

Ince, A. E., Sahin, S. and Sumnu, S. G. 2012. Extraction of phenolic compounds extraction of phenolic compounds from wheat bran. *Food Chemistry*. 106: 804-810.

Iwasawa, H., Morita, E.Yuis, s. and Yamazaki, M . 2011. Anti-oxidant effects of kiwi fruit in vitro and in vivo,Bio pharm bull. *Biological and Pharmaceutical Bulletin – Journal*. 34: 128-34.

Jeong, S.M., Kim, S.Y., Kim, D.R., Jo,S.C., Nam, K.C., Ahn, D.U. and Lee, S.C. 2004. Effect of Heat Treatment on the Antioxidant Activity of Extracts from Citrus Peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52: 3389−339.

Kim, J.G., Beppu, K. and Kataoka, I. 2009. Varietal differences in phenolic content and astringency in skin and flesh of hardy kiwifruit resources in Japan. *Scientia Horticulturae*. 120: 551–554.

Lim Y.Y. and Quah, E.P.L. 2006. Antioxidant properties of different cultivars of Portulaca oleracea. Food Chemistry. 103: 734-740.

Luque-Garcia, J. L., and Luque de Castro, M. D. 2003. Where is microwave based analytical treatment for solid sample pretreatment going, *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 22: 90–99.

Melo A.E., Maciel M.I.S., de Lima V.L.A.G. and do Nascimento R.J. 2008. Capacidade antioxidante de frutas. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 44: 193–201.

Middha, S.K., Usha, K. and Pande, V. 2013. A Review on Antihyperglycemic and Antihepatoprotective Activity of Eco-Friendly Punica granatum Peel Waste. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*. 1-10.

Molyneux P.H. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Journal of Food Science and Technology*. 26: 211 - 29.

Nabavi, S.M., Nabavi, S.F. and Ebrahimzadeh, M.A. 2012. Free radical scavenging and antioxidant activities of Dorema aitchisonii. Journal of Food and Drug Analysis. 20: 34-40.

Oroian, M. and Escriche, I. 2015. Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. *Food Research International*. 74:10-36.

Park, Y. S., Leontowicz M., Leontowicz H., Ham K.S., Kang S.G., Park Y.K. and Gorinstein S. 2015. Fluorescence and ultraviolet spectroscopic evaluation of phenolic compounds, antioxidant and binding activities in some kiwi fruit cultivars. *Spectroscopy Letters*. 48: 586–592.

Pratt, D. E. and Watts, B. M. 1964. The antioxidant activity of vagetables extracts I. flavone aglycones. *Journal of Food Science*. 29: 27-33.

Saleh, I., Vinatoru, M., Mason, T.J., Abdel-Azim, N.S., Aboutabl, E.A., and Hammouda, F.M. 2015. Ultrasonic-Assisted Extraction and Conventional Extraction of Silymarin from Silybum marianum seeds; A Comparison. Pharmaceutical, *Biological and Chemical Sciences*. 6: 709-717.

Shi, J., Nawaz, H., Pohorly, J. and Mittal, G. 2005. Extraction of Polyphenolics from Plant Material for Functional Foods–Engineering and Technology. *Food Reviews International*. 21: 1–12.

Shotipruk, A., Kaufman, B. and Wang, Y. 2001. Feasibility study of repeated harvesting of menthol from biologically viable mentha xpiperata using ultrasonic extraction. *Biotechnol Progress*. 17: 924-928.

Shukla Sh., Mehta A., Bajpai V.K. and Shukla S. 2009. In vitro antioxidant activity and total phenolic content of ethanolic leaf extract of Stevia rebaudiana Bert. *Food Chemical Toxicol*. 47: 2338-43.

Solomon A., Golubowicz S., Yablowicz Z., Grossman S., Bergman M., Gottlieb H.E., Altman A., Kerem Z. and Flaishman M.A. 2006. Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 5: 7717-23.

Soquetta, M.B., Stefanello, F.S., Huerta, K.M., Monteiro, S.S., Rosa, C.S. and Terra, N.N. 2016. Characterization of physiochemical and microbiological properties, and bioactive compounds, of flour made from the skin and bagasse of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). *Food Chemistry*. 199: 471–478.

Suhaj, M. 2006. Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: A review. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19: 531-7.

Sun L., Zhang J., Lu X., Zhang L. and Zhang Y. 2011. Evaluation to the antioxidant activity of total flavonoids extract from persimmon (*Diospyros kaki* L.) leaves. *Food Chemical Toxicol*. 49: 2689-96.

Tavarini, S., Degl 'Innocenti, E., Remorini, D., Massai, R., and Guidil, R. 2008. Antioxidant capacity, ascorbic asid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward Kiwi fruit. *food chemistry*. 107:282-288.

Vajic, U.J., Grujic-Milanovic, J., Zivkovic, J., Savikin, K., Godevac, D., Miloradovic, Z., Bugarski, B. and Mihailovic-Stanojevic, N. 2015. Optimization of extraction of stinging nettle leaf phenolic compounds using response surface methodology. *Industrial Crops and Products*. 74: 912-917.

Wanasundara P.K. and Shahidi F. 2005. Antioxidants: science, techonology, and applications. In Bailey, S industrial oil and fat products. *Journal of Food Science and Technology*. 6: 431–489.

Wolfe, K., Wu, X., Liu, R.H. 2003. Antioxidant activity of apple peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51: 609–614.

Young Kil H., Seong E.S., Ghimire B.K., Chung I.M., Kwon S.S. and Goh E.J. 2009. Antioxidant and antimicrobial activities of crude sorghum extract. *Food Chemistry*. 115: 1234-9.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 15, No. 1, Apr. May. 2019, p.223- 233

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 15، شماره1، فروردین-اردیبهشت 1398 ص.233-223

# Comparison of Antioxidant Activity of Kiwifruit (*Actinidia Deliciosa* L.) Peel's extract extracted by Ultrasound Bath and Probes

**M. Alikhani Faradonbeh[1], R. Esmaeilzadeh Kenari[2*], M. Ghaderi Ghahfarokhi[3]**

Received: 2017.12.13
Accepted: 2018.11.01

**Introduction:** The peel of fruits, in particular, are an abundant source of natural compounds and contain the higher amount of phenolics compared to the edible portions. Ultrasound-assisted extraction (UAE) is an ideal extraction method capable of producing high quantities of bioactive compounds with a shorter extraction time. Probe and bath systems are the two most common ways of applying ultrasound waves to the sample. Probe sonicators are constantly in contact with the sample and make reproducibility and repeatability difficult. In addition, the risk of sample contamination and foam production is higher. Bath sonicators can act on a range of samples simultaneously and allow for higher reproducibility. Kiwifruit belongs to family Actinidiaceae and genus Actinidia. Kiwifruit is characterized by a high content of vitamin C and other useful compounds such as vitamin E, flavonoids, and minerals. Phenolic compounds present in Kiwifruit peel are catechin, epicatechin, chlorogenic acid, caffeic acid, coumaric acid, and rutin. Several studies have been done on the extraction of various plants with ultrasonic waves. Most of the research on the extraction of plant extracts by ultrasound-assisted under various conditions of parentage such as time, solvent, temperature, and intensity of the sound obtained matched with other traditional methods of extraction and different studies have shown that there was never study on the effects of ultrasound bath and probes under the same conditions (temperature, solvent, time and frequency) on obtained extract and comparison of both two methods has been done. The aim of this study was comparing the antioxidant activity of Kiwifruit peel extract (KPE) obtained by two extraction methods ultrasound bath and probe techniques in same conditions temperature, solvent, time and frequency.

**Materials and Methods:** Hayward Kiwifruit variety was purchased from gardens in Tonekabon City. The peels were dried in the shadow at 25-27˚C, and then they were finely ground in a laboratory grinder. The dried peels were pulverized and sieved through a 40-mesh sieve to obtain the powdered samples. The dry plant material was then packed in the plastic bag and stored in a freezer at -18˚ C. 10 g of Kiwifruit peel powder was extracted with 100 mL of a mixture of ethanol–water 80% (v/v) at two methods Ultrasound Bath Extraction by using a 25 kHz ultrasonic system (model Elma Sonic S30H, Germany), temperature (45°C), time (20 min) and Ultrasound Probe Extraction by using a 25 kHz ultrasonic system (model VCX 250, Sonics & Materials, Inc., USA), temperature (45°C), time (20 min), amplitude of 45% with a probe of 1 cm in diameter was used. After obtaining extracts, an efficiency of extraction, total phenolic and flavonoid compounds, scavenging activity of 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical, and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay were measured and concentration of 0.1 mg/ml of synthetic antioxidant TBHQ was as the control sample. All data were reported as mean ± standard deviation of three replicates. The results were compared by analysis of variance (ANOVA) using SPSS for Windows [version 16]. Mean differences were significant for extraction efficiency, total phenolic and flavonoid compounds based on T-test (binary comparison) and other tests based on Duncan's test at 0.05. Charts were drawn with Microsoft Excel version 2016.

**Discussion & Results:** These results showed that the highest amount of phenolic compounds, flavonoids, extraction efficiency, and antioxidant activity were obtained in UPAE-KP. In both extraction methods, with

1 and 2. Master student and Associated Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU), Sari, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
(*- Corresponding Author Email: reza_kenari@yahoo.com)

increasing KPE concentration, DPPH free radicals scavenging and ferric reducing antioxidant power also increased. The concentration of 2 mg/ml UPAE-KP extracted the highest percentage of inhibition (94.11%) in all of the concentrations of the extracts in two methods. UPAE-KP at concentrations of 1.5 and 2 mg/ml and UBAE-KP at a concentration of 2 mg/ml showed better performance in scavenging free radicals than TBHQ. Among the extracts, $IC_{50}$ UPAE-KP was 0.2±0.06 mg/ml which was significantly different from UBAE-KP ($P<0.05$). TBHQ at a concentration of 0.1 mg/ml (with a percentage of inhibition of 88.04±0.5) showed a better radical inhibitory activity than the low concentrations of Kiwifruit Peel extracts. UPAE-KP with a lower $IC_{50}$ (0.09±0.07) showed more reducing antioxidant power than UBAE-KP. TBHQ at a concentration of 0.1 mg/ml (with an absorption rate of 304/1) had greater reducing antioxidant power than the Kiwifruit Peel extracts at all concentrations except the concentration of 2 mg/ml UPAE-KP. In this study, the extraction of KPE with both ultrasound methods was acceptable in terms of efficiency and antioxidant activity, with the difference that the probe superior to the ultrasound bath. Therefore, according to the results, KPE was competitive with TBHQ activity. KPE can be used as a useful source to provide natural antioxidant, and the probe compared with the ultrasound bath is a better way of extracting the KPE phenolic compounds.

**Keywords**: Kiwifruit Peel, Ultrasound, Antioxidant activity, Phenolic compounds.